

En model for efterspørgselen efter personbiler i Danmark

Niels Blomgren-Hansen og Christian B. O. Rode

Danmarks Nationalbank

SUMMARY: The utility approach implies that the demand for cars should be measured in "efficiency" units, i.e. that cars differing w.r.t. age should be weighted by their running expenses. This calculation involving the modeling of the price and age structure of the car stock is treated in section 1. Section 2 discusses the specification of the car demand function. In section 3 we analyse (i) the model's goodness of fit (ii) the adjustment of the car market to changes in the price of new cars, and (iii) the effect on the demand for cars 1980-2000 of alternative assumptions regarding the real price of energy.

Indledning

Den nedenfor beskrevne model for efterspørgselen efter personbiler i Danmark er et led i et større arbejde med det formål at belyse den pengepolitiske transmissionsmekanisme – projektet NATAN, Nationalbankens økonometriske halvårsmodel.

NATAN er en porteføljetilpasningsmodel. Herved forstås, at opsparing og investering – herunder investering i varige forbrugsgoder som f.eks. personbiler – ses som udslag af husholdningernes og virksomhedernes simultane tilpasning af deres finansielle og reale porteføljer til en ønsket ligevægt.

Porteføljetilpasningsbetragtningen har væsentlige implikationer for den opstillede bilefterspørgselsmodel:

Før det første indebærer den, at efterspørgselen efter biler ses som en indirekte efterspørgsel efter bilydelser. Dette rejser vanskelige spørgsmål om, hvorledes ydelser og bestand af biler af forskellig alder og kvalitet skal måles. Disse spørgsmål, som der

Modellen stiller atypiske krav til EDB-simulationsprogrammet, idet det skal kunne følge de enkelte halvårs nyregistreringer over hele bilens levetid. Vi skylder cand. polit. Jørgen Petersen, Danmarks Nationalbank, tak for at have videreudviklet sit simulationssystem, NASS (Nationalbankens simulationssystem), med henblik herpå, og for bistand under hele projektet.

En model for efterspørgselen efter personbiler i Danmark

Niels Blomgren-Hansen og Christian B. O. Rode

Danmarks Nationalbank

SUMMARY: The utility approach implies that the demand for cars should be measured in "efficiency" units, i.e. that cars differing w.r.t. age should be weighted by their running expenses. This calculation involving the modeling of the price and age structure of the car stock is treated in section 1. Section 2 discusses the specification of the car demand function. In section 3 we analyse (i) the model's goodness of fit (ii) the adjustment of the car market to changes in the price of new cars, and (iii) the effect on the demand for cars 1980-2000 of alternative assumptions regarding the real price of energy.

Indledning

Den nedenfor beskrevne model for efterspørgselen efter personbiler i Danmark er et led i et større arbejde med det formål at belyse den pengepolitiske transmissionsmekanisme – projektet NATAN, Nationalbankens økonometriske halvårsmodel.

NATAN er en porteføljetilpasningsmodel. Herved forstås, at opsparing og investering – herunder investering i varige forbrugsgoder som f.eks. personbiler – ses som udslag af husholdningernes og virksomhedernes simultane tilpasning af deres finansielle og reale porteføljer til en ønsket ligevægt.

Porteføljetilpasningsbetragtningen har væsentlige implikationer for den opstillede bilefterspørgselsmodel:

Før det første indebærer den, at efterspørgselen efter biler ses som en indirekte efterspørgsel efter bilydelser. Dette rejser vanskelige spørgsmål om, hvorledes ydelser og bestand af biler af forskellig alder og kvalitet skal måles. Disse spørgsmål, som der

Modellen stiller atypiske krav til EDB-simulationsprogrammet, idet det skal kunne følge de enkelte halvårs nyregistreringer over hele bilens levetid. Vi skylder cand. polit. Jørgen Petersen, Danmarks Nationalbank, tak for at have videreudviklet sit simulationssystem, NASS (Nationalbankens simulationssystem), med henblik herpå, og for bistand under hele projektet.

vel næppe findes helt tilfredsstillende teoretiske, endsige empiriske svar på, behandles i 1. hovedafsnit.

For det andet stiller porteføljetilpasningsbetragtningen relativt store krav til specifikationen af efterspørgselsrelationen, herunder ikke mindst til specifikationen af det dynamiske tilpasningsmønster. Specifikationen må afspejle, at efterspørgsel efter biler ikke blot er en indirekte efterspørgsel efter bilydelser (forbrugsaspektet), men tillige indebærer en investering og som sådan en porteføljeomlægning, hvis størrelse og hastighed vil afhænge af mulighederne for at finansiere den og omkostningerne derved. Disse specifikationsproblemer behandles i 2. hovedafsnit.

I 3. hovedafsnit analyseres først modellens evne til i dynamisk simulation at forklare den faktiske udvikling i bilsalget, dels inden for, dels ud over estimationsperioden. Herefter følger multiplikatoranalyser af bilbestandens tilpasning til en forøgelse af prisen på nye biler. Afslutningsvis forsøges en prognose for bilbestanden frem til år 2000 under alternative forudsætninger m.h.t. udviklingen i de reale energipriser.

1. Måling af efterspørgselen efter personbiler

1.1. Måling i antal biler eller i »nyvognsenheder«

Bilbestanden er ikke nogen entydig størrelse. Hvorledes bilbestanden bør måles, vil afhænge af hvilke egenskaber ved bilbestanden, man ønsker belyst.

Ud fra en forbrugsøkonomisk betragtning må det relevante mål for bilbestanden følgelig være enheder, der yder forbrugeren samme nytte. I det følgende vil vi arbejde med »nyvognsenheder«, hvorved vi forstår en vejet mængde af biler, der yder samme nytte som en ny bil af standardkvalitet, jfr. nedenfor.

Nytten ved en bil kan ikke måles direkte. Fra forbrugsteorien ved vi imidlertid, at nyttemaksimering indebærer proportionalitet mellem de enkelte forbrugsgoders eller ydelsers grænse nytte og grænseomkostningerne ved at erhverve de pågældende forbrugsgoder eller ydelser.

Omkostningerne ved i periode t at holde en n år gammel bil er dels kapitalomkostninger, dels driftsomkostninger. Kapitalomkostningerne består af forrentning af den investerede kapital, prisfald som følge af alder og afskrivninger svarende til tabet ved eventuel ophugning, medens driftsomkostningerne, som antages at være aldersuafhængige, består af benzinomkostninger, vægtafgift m.v. De samlede omkostninger $c_{t,n}$ kan da udtrykkes som

$$c_{t,n} = p_{t,n} - p_{t+1,n+1} \cdot (1 - d_{t,n}) \cdot e^{-r_t} + h_t \quad (1)$$

hvor $p_{t,n}$ angiver prisen på en n år gammel bil i periode t , $p_{t+1,n+1}$ den forventede pris på den samme bil efter et år, r_t renten efter skat, $d_{t,n}$ sandsynligheden for, at en n -

årig bil i periode 1 kommer ud for et så alvorligt sammenbrud, at det ved de i perioden gældende bilpriser og reparationsomkostninger ikke kan betale sig at gøre den køreklar igen, og h_t de aldersafhængige driftsomkostninger.

Ved at sammenveje bestanden af biler opdelt på aldersklasser med forholdet mellem omkostningerne ved en n -årig bil og omkostningerne ved en ny bil, $c_{t,n}/c_{t,0}$, får vi et mål for bilbestanden målt i nyvognsenheder, eller mere præcist, i enheder der giver samme nytte som en ny bil, KN_t ,

$$KN_t = \sum_{n=0}^{\infty} I_{t-n} \cdot f_{t,n} \cdot \frac{c_{t,n}}{c_{t,0}} \quad (2)$$

hvor I_{t-n} er nyregistreringerne i periode $t-n$ og $f_{t,n}$ er sandsynligheden for, at en bil, som er registreret i periode $t-n$, fortsat vil indgå i bilbestanden i periode t . Denne overlevelsessandsynlighed kan udtrykkes som et produkt af de foregående års tids- og aldersafhængige ophugningssandsynligheder:

$$f_{t,n} = \prod_{k=0}^n (1 - d_{t-k, n-k}) \quad (3)$$

Det valgte mål for bilbestanden indeholder såvel teoretiske som empiriske måleproblemer.

Det turde således være en nærliggende indvending, at vi totalt negligerer problemet omkring bilers manglende delelighed. Anskaffelsen af *en bil* ændrer en families »livsstil«: familien bliver i højere grad herre over hvornår og hvordan, den vil transporteres, og den får udvidede muligheder i valget af arbejde, bolig, indkøbs- og fritidsaktiviteter. Anskaffelse af en *nyere* eller *bedre* bil øger derimod ikke disse muligheder væsentligt. De hermed forbundne større udgifter tjener tilfredsstillelse af »sekundære« behov som komfort og prestige.

Vi skal imidlertid i det følgende koncentrere os om nogle vigtige empiriske måleproblemer.

1.2 Nyregistreringer i standardkvalitet

Nytilgang af biler måles normalt som antal nyregistrerede biler. Derved ser man bort fra, at bilernes gennemsnitlige størrelse og kvalitet kan tænkes at variere over tiden.

Dette måleproblem har vi søgt at løse ved at måle nytilgangen i standardenheder, d.v.s. i antal biler, som kvalitetsmæssigt er ækvivalente med en ny bil i 1955. I praksis er dette gjort ved at beregne antallet af nyregistrerede standardenheder, I , som det private forbrug af biler i faste priser iflg. nationalregnskabet, divideret med den gennemsnitlige pris på en ny bil i 1955, 20.900 kr.

1.3 Prisen på brugte biler og omkostningerne ved at holde bil

Prisen på nye biler er forudsat udefra givet og uafhængig af efterspørgselen. Udbuddet (importen) tilpasser sig efterspørgselen.

Niels Kærgård (1970) har i en analyse af brugtbilannoncerne i efteråret 1968 påvist en tilnærmelsesvis logaritmisk-lineær sammenhæng mellem prisen på en »gennemsnits« brugtbil og dennes alder.

Danmarks Automobilforhandler Forenings brugtbilkataloger viser stort set samme billede af prisen på en n -årig bil i forhold til prisen på en ny bil, $p(n)/p(0)$. Der synes dog at være behov for at supplere den simple eksponentielle model med en dummyvariabel, *dummy*, der tager højde for, at prisfaldet er ekstraordinært stort det første år; *dummy* antager værdien 0 for $n=0$ og ellers 1.

$$\frac{p(n)}{p(0)} = 1.179^{-n} (1 - 0.088 \cdot \text{dummy}) \quad (4)$$

(176) (5.7)

Estimationsperiode: 1965, 1970, 1975, 1978.

$$R^2 \text{ (korr.)} = 0.98 \quad S.E. = 0.028$$

Værdierne under koefficienterne er t -værdier til de første afledede af koefficienterne, idet modellen er estimeret ved et ikke-lineært estimationsprogram.

Ligningen viser, at prisen på en brugt bil falder med 17,9 pct. pr. år og 8,8 pct. ekstra det første år.¹

Ved beregning af prisen på og kapitalomkostningerne ved at eje en n halvår gammel bil har vi valgt at se bort fra den estimerede engangsnedskrivning på en ny bil på knap 9 pct. Det stærke fald i en bils værdi i dens første halvår implicerer, at de samlede omkostninger ved en helt ny bil er knap en halv gang større end ved en kun halvt år gammel bil. En sådan forskel i omkostningerne afspejler imidlertid næppe brugernes vurdering af at køre i en helt ny bil i forhold til at køre i en halvt år gammel bil, men er antagelig i helt overvejende grad en konsekvens af, at brugte biler sælges på et mindre gennemsigtigt marked end nye, og at købers garanti for bilens kvalitet er tilsvarende dårligere.

1. En F -test på kvadratafvigelsessummen indicerer, at der ikke er statistisk grundlag for at forkaste hypotesen om en stabil prisstruktur på brugtbilmarkedet over den betragtede periode, når bortses fra årene frem til først i 60'erne, hvor bilimporten og brugtbilmarkedet fortsat var påvirket af forskellige former for regulering (se Rode (1980)). Ud fra en teoretisk betragtning er forudsætningen om en stabil prisstruktur ikke ganske tilfredsstillende. Da kapitalomkostningerne vejer relativt tungest for en ny bil, må man forvente, at en stigning i kapitalomkostningerne i forhold til driftsomkostningerne vil resultere i en stigning i prisen på brugte biler i forhold til prisen på nye biler. Det statistiske materiale tillader imidlertid ikke estimation af denne effekt.

I den her beskrevne version af modellen har vi forudsat stationære forventninger.² Herved simplificeres relationen til bestemmelse af omkostningerne i periode t ved at holde en n -halvår gammel bil til

$$c_{t,n} = p_{t,0} \cdot 1.179^{-n/2} \cdot (1 - 1.179^{-1/2} \cdot (1 - d(n) \cdot k_t) \cdot e^{-r_t}) + h_t \quad (1)$$

Som mål for renten, r , er benyttet den halvårslige effektive obligationsrente efter skat.

Driftsomkostningerne, der er forudsat uafhængige af bilernes alder, er beregnet som

$$h_t = \begin{aligned} & \text{vægtafgift for en bil i vægtklasse 800-1100 kg} \\ & + \text{benzinpris pr. liter} \times 7500 \text{ km pr. halvår} \times 0,1 \text{ liter benzin pr. km.} \\ & + \text{nationalregnskabets tal for reparation og vedligeholdelse af eget} \\ & \text{motorkøretøj divideret med antal indregistrerede personbiler (målt i} \\ & \text{standardenheder, KS)}. \end{aligned}$$

1.4. Alders- og tidsafhængig ophugningshyppighed

Den årlige statistik over bilbestandens aldersstruktur og antallet af nyregistrerede biler tillader ikke nogen direkte beregning af ophugningshyppigheden.

For det første er det statistiske materiale påvirket af omregistreringer, især tilgang af papegøjeplade-biler i årene 1971-73. For det andet er oplysningerne for biler over 12 år gamle ikke anvendelige.

Vi har søgt at omgå disse problemer ved at opsplitte den alders- og tidsafhængige ophugningsfaktor, $d_{t,n}$ i to komponenter: (i) en konstant, teknisk bestemt standardophugningsfunktion, $d(n)$, og (ii) en økonomisk bestemt – og dermed tidsafhængig – korrektionsfaktor, k_t ,

$$d_{t,n} = d(n) \cdot k_t \quad (5)$$

Standardophugningsfunktionen $d(n)$ er beregnet som et gennemsnit af de enkelte års ophugningsfunktion i perioden 1969-78 med de korrektioner, som svaghederne ved det statistiske materiale nødvendiggør (se Rode (1980)).

2. Denne forudsætning er ikke i alle tilfælde ganske realistisk, især ikke i perioder, hvor der er vedtaget eller med stor sandsynlighed ventes vedtaget afgiftsforhøjelser med ikrafttræden på et senere tidspunkt. Rode (1980) finder da også, at det øger modellens forklaringssevne at forudsætte, at den fremtidige prisudvikling er delvis kendt (stigningen i nybilpriserne over det kommende halve år indgår med ca. halv vægt). Derimod er der intet statistisk holdepunkt for, at forbrugerne skulle nære ekstrapolative prisstigningsforventninger eller for hypotesen om, at fluktuationer i den nominelle rente skulle indeholde information om variationer i forbrugernes prisstigningsforventninger.

Den tidsafhængige korrektionsfaktor k_t er beregnet ved – i en iterativ procedure – at sammenholde den faktiske afgang med en beregnet afgang, hvor sidstnævnte er udregnet på grundlag af standardophugningshyppigheden multipliceret med de foregående års korrektionsfaktor (se Rode (1980)).

Korrektionsfaktoren antages at afspejle, at ophugningssandsynligheden er et resultat af bilejernes økonomiske overvejelser. En bil vil først blive hugget op, når det ikke længere kan betale sig at reparere den. Forudsættes det, at sandsynligheden for at en n -årig bil får behov for større reparationer er teknisk bestemt og konstant, vil ophugningssandsynligheden kunne skrives som en funktion af værdien af den n -årige vogn efter reparation og reparationsomkostningerne. Værdien af en n -årig bil står ifølge prisrelationen i et fast forhold til prisen på en ny bil, $p(0)$. Reparationsomkostningerne antages at udvikle sig proportionalt med timelønningerne, w .

Et ejerskifte vil aktualisere spørgsmålet om, hvorvidt det kan betale sig at reparere (lovliggøre) en brugt bil. Da mange nyregistreringer typisk vil være ledsaget af mange ejerskifter, er der grund til at forvente, at ophugningssandsynligheden vil være særlig stor i år med mange nyregistreringer. Hertil kommer, at det næppe kan udelukkes, at mange nyregistreringer og dermed et særligt stort udbud af brugte biler (i strid med den estimerede prisrelation) vil presse prisen på brugte biler og dermed gøre reparationer mindre lønsomme.

Ud fra disse overvejelser har vi estimeret korrektionsfaktoren k , som en funktion af prisen på en ny vogn målt i 1000 arbejdstimer, $p(0)/w$, antal nyregistreringer, i forhold til bestanden målt i standardenheder, I/KS , og det beregnede antal »papegøjepladebiler« omregistreret til personbiler i årene 1971-73 i forhold til bilbestanden, pap ,

$$k = 0,895 - 0,375 \frac{p(0)}{w} + 9,28 \frac{I}{KS} - 23,52 pap \quad (6)$$

[0,48] (10,51) (16,94) [2,53] (6,30)[0.06] (4,05)[0,001]

$$\text{Periode: } 55.1 - 78.2 \quad R^2(\text{korr.}) = 0.86 \quad \text{S.E.} = 0.15 \quad \text{DW} = 1.44$$

Tallene under variabelbetegnelser og koefficienter angiver henholdsvis gennemsnitsværdi og t -værdi.

2. Efterspørgselen efter biler

2.1. Den teoretiske model

Som udgangspunkt for modelspecifikationen antages forbrugerne at maksimere en logaritmisk-liniær nyttefunktion, hvis argumenter er periodens forbrug af bilydelser

B og andet forbrug F ,

$$U = a \cdot \ln(B) + (1-a) \cdot \ln(F) ,$$

under hensyntagen til, at periodens udgifter til bilhold og andet forbrug er begrænset af indkomsten Y ,

$$B \cdot c_b + F \cdot c_f = Y. \quad (7)$$

Som det er velkendt, indebærer denne model, at udgifterne til bilhold til stadighed vil udgøre en konstant andel, a , af indkomsten:

$$B \cdot c_b = a \cdot Y \quad \text{eller} \quad B = a \cdot \frac{Y}{c_b} \quad (8)$$

En så simpel model er dog åbenbart urealistisk:

(i) Modellen bortser fra, at en del af forbruget af »andet forbrug« og måske også en del af forbruget af bilydelser dækker et nødvendigt behov. For denne del af forbruget er en substitutionselasticitet på én, som modellen implicerer, urealistisk høj.³

Denne indvending har vi søgt at tage højde for ved at trække det nødvendige bilforbrug, \bar{B} , ud af det bilforbrug, modellen skal forklare, og tilsvarende at trække udgifterne herved og ved det nødvendige forbrug af andre varer og tjenester, $\bar{F} \cdot c_f$, ud af indkomstrestruktionen:

(ii) Bilkøb er forbundet med porteføljeomlægningsomkostninger, hvorfor der på venstresiden af indkomstrestruktionen (7) bør indgå et udtryk for disse omkostninger.

Antages porteføljeomlægningsomkostningerne, Q , at være proportionale med nyinvesteringerne, I ,

$$Q = q \cdot I \cdot p_b = q \cdot ((B - B_{-1}) + R) \cdot p_b ,$$

hvor R er reinvesteringerne (afskrivningerne) og p_b prisen på en ny bil, kan indkomstrestruktionen omskrives til

$$\begin{aligned} (B - \bar{B}) \cdot (c_b + q \cdot p_b) + (F - \bar{F}) \cdot c_f \\ = Y - (R - B_{-1}) \cdot q \cdot p_b - \bar{B} \cdot (c_b + q \cdot p_b) - \bar{F} \cdot c_f \quad (7') \end{aligned}$$

(iii) Modellen afspejler ikke, at bilforbrug er et afhængighedsskabende forbrug. Den første bil, en familie anskaffer sig, er måske ikke særlig nødvendig, men når

3. I Rode (1980) forsøges opstillet en efterspørgselsfunktion, der implicerer forskellig substitutionselasticitet mellem på den ene side bilforbrug og boligforbrug, der i mange henseender vil være komplementære goder, og på den anden side bilforbrug og andet forbrug.

familien først er blevet bilejer, vil den hurtigt tilpasse sin »livsstil« til de nye muligheder, bilen giver. En beslutning om at anskaffe en bil er derfor vanskelig reversibel.

Denne indvending kan imødegås ved at erstatte konstanten a i nyttefunktionen og efterspørgselsfunktionen med en lineært stigende funktion af den andel af den »disponible« indkomst, der vil medgå til at opretholde forrige periodes forbrug af bilydelser,

$$a = a_0 + a_1 \cdot \left(\frac{B_{-1} \cdot (c_b + q \cdot p_b)}{Y - \bar{B} \cdot (c_b + q \cdot p_b) - (R - B_{-1}) \cdot q \cdot p_b - \bar{F} \cdot c_f} \right)$$

(iv) Indkomstrestruktionen er et for primitivt mål for de bindinger, forbrugeren af især varige forbrugsgoder står overfor. Forbrug af bilydelser er ikke blot begrænset af hans øjeblikkelige indkomst, men tillige af hans forventninger m.h.t. udviklingen heri og af hans muligheder for at finansiere det i et imperfekt kapitalmarked.

For at tage højde herfor har vi antaget, at forbrugers »sande« efterspørgselsbegrænsning Y^* kan beskrives som en lineær kombination af hans løbende (og forventede) indkomst Y , hans finansielle nettoaktiver A , værdien af hans reale aktiver $K \cdot p_k$, og hans likviditet, M ,

$$Y^* = b_0 \cdot Y + b_1 \cdot A + b_2 \cdot K \cdot p_k + b_3 \cdot M \quad (9)$$

Under hensyntagen til modifikationerne (i)-(iv) kan (8) omskrives til den endelige teoretiske specifikation af bilefterspørgselsfunktionen:

$$B = (1 - a_0) \cdot \bar{B} - \frac{a_0 \cdot \bar{F} \cdot c_f}{c_b + q \cdot p_b} + \frac{a_0 \cdot b_0}{c_b + q \cdot p_b} \cdot Y + \frac{a_0 \cdot b_1}{c_b + q \cdot p_b} \cdot A + \frac{a_0 \cdot b_2}{c_b + q \cdot p_b} \cdot K \cdot p_k + \frac{a_0 \cdot b_3}{c_b + q \cdot p_b} \cdot M + \frac{a_0 \cdot q \cdot p_b}{c_b + q \cdot p_b} \cdot (B_{-1} - R) + a_1 \cdot B_{-1} \quad (8')$$

Måles bilbestanden som her i nyvognsenheder, $B = KN$, følger, at det relevante mål for omkostningerne ved at holde bil er omkostningerne ved at holde en ny bil, $c_b = c(0)$. Den teoretiske models bilpris, p_b , er den gennemsnitlige værdi per nyvognsenhed, der vil være mindre end prisen på en ny bil, $p(0)$. Da priserne på biler af forskellig alder iflg. prisligningen udvikler sig parallelt, er det imidlertid næppe nogen stor fejlspecifikation, at substituere $p(0)$ for p_b .

2.2. Den estimerede model

Det viste sig i den empiriske analyse ikke muligt at opnå rimeligt signifikante koefficienter til omkostningsforholdene $p(0)/(c(0) + q \cdot p(0))$ og $c_f/(c(0) + q \cdot p(0))$. Vi

har derfor måttet forudsætte disse konstante. Herved reduceres modellen til en simpel lineær model.

Ydermere er det trods talrige forsøg ikke lykkedes os at finde et mål for indkomstudviklingen, der giver et statistisk signifikant bidrag til forklaringen på udviklingen i bilefterspørgselen. Vi har forsøgt os med forskellige nationalregnskabsmål, lønmål og samlet forbrug for ikke at nævne de mere spidsfindige konstruktioner. Men i alle tilfælde viste det sig, at formue- og likviditetsrestriktionerne helt dominerede indkomstrestruktionen.⁴

Udeladelse af indkomsten i den estimerede ligning implicerer dog ikke, at indkomsten er uden betydning for bilefterspørgselen, men at indkomsteffekten alene gør sig gældende indirekte og i det omfang, den slår igennem på den private sektors efterspørgsel efter (andre) reale og finansielle aktiver.

Relation (10) viser den efterspørgselsligning, der er benyttet i de nedenfor refererede modelsimulationer. Relationen er estimeret på grundlag af 47 halvårige observationer fra 1955.2 til 1978.2. Tallene i parentes under variabelbetegnelserne og koefficienterne er henholdsvis variabelernes gennemsnitsværdier og koefficienternes *t*-værdier.

$$KN = -48.19 + 6.10 \frac{A}{c(0)} + 3.41 \frac{K \cdot p_k}{c(0)} + 11.88 \frac{M2}{c(0)}$$

[521] (5.92) (3.02) [-1.28] (5.81) [23.27] (5.36) [8.56]

(10)

$$+ 0.254 KN_{-1} + 0.560 (KN_{-1} - R) + 0.015 KN \cdot sea$$

(2.12) [504] (4.03) [26] (9.76) [-7]

$$R^2(\text{just.}) = 0.999 \quad S.E. = 6.01 \quad D.W. = 2.02 \quad h = 0.063^5$$

KN = bilbestand i 1000 nyvognsenheder

R = afskrivninger (reinvesteringer) i 1000 nyvognsenheder

c(0) = omkostninger ved at holde en ny bil, kr. pr. halvår

A = privat sektors finansielle nettostilling i mill. kr.

M2 = pengemængde i mill. kr.

K · p_k = værdi af boligbestand i mill. kr.

sea = sæsondummy, der antager værdien 1 i 1. halvår og -1 i 2. halvår

Formuevariablene er hentet fra databanken til *NATAN*.

4. Et *F*-test på den disponible realindkomsts nettobidrag til modellens forklaringssevne forudsat, at pengemængden *M2* indgår i modellen, gav en *F*-værdi på 1.08. Et tilsvarende *F*-test på pengemængdens nettobidrag i en model, hvori den disponible realindkomst indgår, gav en *F*-værdi på 11.96. De kritiske *F*-værdier er $F_{1,39}^{0.95} = 4.09$ og $F_{1,39}^{0.99} = 7.33$.

5. Beregnet på grundlag af en koefficient til KN_{-1} på 0.815 med en standardfejl på 0.047.

Den lineære model tillader kun delvis identifikation af den teoretiske models koefficienter.

Den negative konstant indikerer, hvad rimeligt er, at omkostningerne til dækning af det nødvendige forbrug af andet end bilydelser er større end omkostningerne ved det nødvendige bilforbrug.

Koefficienterne til henholdsvis bilbestanden før reinvesteringer, 0.56, og bilbestanden i foregående periode, 0.25, indikerer, at den væsentligste forklaring på husholdningernes forsinkede og gradvise tilpasning af bilbestanden til den ønskede bestand skal søges i omkostningerne ved en hurtig porteføljetilpasning, men at bilforbruget tillige er påvirket af »tilvænning«.

Koefficienterne til formuevariablene har dimensionen promille af det bilforbrug, det pågældende aktiv ville kunne finansiere i et halvt år. Til eksempel kunne pengemængden, M_2 , i gennemsnit over observationsperioden finansiere et bilforbrug på 8,56 mill. nyvognsenheder i et halvt år. Ved en stigning i pengemængden vil husholdningerne på kort sigt realisere 12 0/00 af den udvidelse af bilforbruget, pengemængdeforøgelsen maksimalt ville kunne finansiere. På langt sigt vil gennemslaget være ca. 5 gange så kraftigt. Effekten på bilefterspørgselen af en forøgelse af de mest likvide aktiver, penge, er ca. dobbelt så stærk som effekten af en forøgelse af den private sektors finansielle nettoaktiver (der iflg. *NATAN* i hovedsagen vil afleje sig i mindre nettoobligationsgæld), og ca. fire gange så stærkt som effekten af en forøgelse af den illikvide formue bundet i boliger.

3. Modelsimulationer

3.1. Modellens forklaringssevne som dynamisk interdependent system

Ud over relationerne (1'), (3), (5), (6) og (10) gennemgået ovenfor indeholder den samlede model af automobilmarkedet en række definitions ligninger, nemlig

Samlede afskrivninger på bestanden i foregående periode, målt i nyvognsenheder:

$$R = \sum_{n=0}^{49} I_{t-1-n} \cdot \frac{c(t-1, n)}{c(t-1, 0)} \cdot f(t-1, n) - \sum_{n=1}^{49} I_{t-n} \cdot \frac{c(t, n)}{c(t, 0)} \cdot f(t, n) \quad (11)$$

Nyregistreringer, målt i standardenheder:

$$I = KN - KN_{-1} - R \quad (12)$$

Bilbestanden, målt i standardenheder:

$$KS = \sum_{n=0}^{49} I_{t-n} \cdot f(t, n) \quad (13)$$

Bilbestanden, målt i årets priser:

$$KV = \sum_{n=0}^{49} I_{t-n} \cdot f(t, n) \cdot p(n) \quad (14)$$

Bilbestandens gennemsnitlige alder målt i helår:

$$Ma = \frac{\sum_{n=0}^{49} \frac{n}{2} \cdot I_{t-n} \cdot f(t, n)}{\sum_{n=0}^{49} I_{t-n} \cdot f(t, n)} \quad (15)$$

Forventet alder for en ny bil målt i helår:

$$Ea = \sum_{n=0}^{49} f(t, n) / 2 \quad (16)$$

Tabel 1 giver statistiske mål for modellens forklaringssevne i én-periode fremskrivning og i dynamisk simulation over hele estimationsperioden fra 2. halvår 1955 til 2. halvår 1978.

Tabel 1. Statistiske mål for modellens forklaringssevne

Relation	Enhed	En-periode fremskrivning				Dynamisk simulation			
		MR	RMSR	DW	R ²	MR	RMSR	DW	R ²
<i>k</i>	–	–0,003	0,168	1,68	0,81	0,003	0,172	1,58	0,81
<i>R</i>	1000 stk. nyvogne	0,874	2,675	1,35	0,98	–0,029	4,789	2,61	0,92
<i>KN</i>	1000 stk. nyvogne	–1,254	6,784	1,87	1,00	–3,932	8,592	0,75	1,00
<i>I</i>	1000 stk. pr. halvår	–0,380	4,970	1,93	0,94	–0,066	5,415	1,70	0,93
<i>KS</i>	1000 stk.	–0,548	4,173	1,51	1,00	–5,342	8,469	0,25	1,00
<i>I · p(0)</i>	mill. kr. pr. halvår	–9	171	1,76	0,98	3	188	1,58	0,97
<i>KV</i>	mill. kr.	–12	151	1,74	1,00	–34	221	0,57	1,00
<i>Ma</i>	år	0,001	0,069	2,03	0,99	–0,019	0,139	0,29	0,99
<i>Ea</i>	år	–0,020	2,560	1,22	0,83	–0,040	2,518	1,26	0,83

Ann.: MR: »Mean Residual« er den gennemsnitlige udvikling i forhold til den faktiske udvikling. RMSR: »Root Mean Squared Residual« er standardafvigelsen mellem faktisk og beregnet udvikling.

Det fremgår af tabellen, at standardfejlen på de halvårlige nyregistreringer, *I*, udgør ca. 5.000 stk. såvel i én-periode fremskrivning som i dynamisk simulation. En fejl af denne størrelse indebærer, at modellen skulle kunne forklare nyregistreringerne ±10.000 stk. med en sandsynlighed på 0,95.

Denne i sig selv ganske acceptable gennemsnitsfejl dækker imidlertid over kun små fejl i »normale« perioder og fejlskud af størrelsesordenen 10.000 i halvår præget af hamstringsbølger. Der er ikke i modellens efterspørgselsligning variable, der tager højde for sådanne hamstringsbølger, og det ville næppe heller være muligt at konstruere sådanne uden adskilligt »ad hoc'eri«, der ikke hører hjemme i en model, hvis primære mål er at vise bilbestandens tilpasning til priser, omkostninger, indkomstudvikling og pengepolitiske indgreb.

Det er ud fra denne betragtning fuldt så bemærkelsesværdigt, at modellen i dynamisk simulation udviser en meget tilfredsstillende ringe fejlakkumulation. Standardfejlen på bilbestanden målt i standardenheder stiger således kun fra godt 4.000 i én-periode fremskrivning til godt 8.000 i dynamisk simulation.

3.2. Modellens forudsigelsesevne belyst i *ex post* fremskrivning 1979-80

Modellen er som nævnt estimeret over perioden 1955-78. Estimationsperioden inkluderer således ikke det seneste års stærke stigning i energipriserne og tilstramning af de finansielle markeder.

Nedenstående tabel viser det modelsimulerede bilsalg i 1979 og 1980 sammenholdt med det faktiske bilsalg. Modelsimulationen er gennemført i august 1980.

Tabel 2. Faktisk og beregnet bilsalg 1979-80.

	Beregnet køb af biler af standard- kvalitet, <i>I</i>	Kvalitets- indeks for ny- registrerede biler (*) 1955 = 1	Beregnet antal ny- registre- ringer	Faktisk antal nyregistre- ringer	Faktisk minus beregnet antal ny- registre- ringer
	(1)	(2)	(3) = (1)/(2)	(4)	(5) = (4) - (3)
1979.1	93837	1.052	89173	80845	- 8328
1979.2	42931	1.052	40797	46269	5472
1979	136768	1.052	129970	127114	- 2856
1980.1	59218	1.052	56275	49706	- 6569
1980.2	29789	1.052	28308	24255	- 4053
1980	89007	1.052	84583	73961	- 10622

Note: (*) Forudsat uændret i forhold til 1977 og 1978.

Ex post fremskrivningen for perioden til og med 1. halvår 1980 bygger på faktiske (tildels foreløbige) værdier for modellens eksogene variable. Prognosen for 2. halvår 1980 er en egentlig ex ante fremskrivning på grundlag af værdier for modellens eksogene variable skønnede i august 1980.

3.3. Modellens ligevægtsløsning

Ved anvendelse af modellen til multiplikatoranalyse af effekten af udefra kommende påvirkninger, f.eks. finans- og pengepolitiske indgreb, er det hensigtsmæssigt at tage udgangspunkt i en ligevægtsløsning fremfor i en dynamisk simulation på grundlag af historiske, varierende eksogene variable. Det gælder især i en model som denne, hvor bestanden af biler og dennes aldersstruktur har indflydelse på forbrugernes reaktioner langt frem i tiden.

Tabel 3 viser tre værdier for modellens væsentligste simultant bestemte variable i 1978 (gennemsnit): (1) faktiske værdier, (2) simulerede værdier i dynamisk simulation fra 1955 og (3) modellens ligevægtsløsning ved uændrede eksogene variable i forhold til niveauet i 1978.

Tabel 3. Ligevægtsløsning for 1978

	Enhed	Faktisk værdi	Værdi bestemt i dynamisk simulation	Ligevægtsløsning
k	1	0,976	0,941	0,778
R	1000	59	58	59
KN	1000	933	935	1010
$KN \cdot c(0)$	mill. kr. pr. halvår	11021	11051	11867
I	1000 pr. halvår	70	75	59
KS	1000	1379	1392	1621
$I \cdot p(0)$	mill. kr. pr. halvår	4038	4288	3374
KV	mill. kr.	36688	36516	36002
Ma	år	6,4	6,5	8,0
Ea	år	12,6	12,8	13,8

Tabellen viser et forskelligt billede af differencen mellem ligevægtsefterspørgselen efter biler i 1978 og den faktiske bestand afhængig af, hvordan man måler bestanden. Målt i standardenheder, KS , var ligevægtsefterspørgselen ca. 18 pct. større, målt i nyvognsenheder («efficiency units»), KN , ca. 8 pct. større og målt i værdi, KV , ca. 2 pct. mindre end den faktiske bestand. Disse forskelle er en afspejling af, at der i en voksende bilbestand vil være relativt flere nyere biler end i en bestand i ligevægt.

Bestandens gennemsnitlige alder, Ma , ville således i ligevægt være ca. $1\frac{1}{2}$ år højere end den faktiske. De samlede udgifter til bilforbrug inkl. forrentning og afskrivning, $KN \cdot c(0)$, ville i ligevægt være knap 1 mia. kr. større per halvår end de faktiske udgifter, medens omvendt bruttoinvesteringsomkostningerne, $I \cdot p(0)$, ville være omkring 1 mia. kr. mindre.

3.4. Effekten af en forhøjelse af prisen på nye biler

En forhøjelse af prisen på nye biler – i beregningerne med 25 pct. – vil have dels en indkomsteffekt, dels en substitutionseffekt. Den samlede efterspørgsel efter biler vil falde, men mindre efter ældre vogne end efter nyere biler, hvor kapitalomkostningerne vejer relativt tungest. Målt i antal vil ligevægtsefterspørgselen falde med 186.000 stk. svarende til 14 pct. og målt i nyvognsenheder med 172.000 stk. svarende til 18 pct. Modstykket hertil er, at forbrugerne vil beholde deres biler længere. Den forventede levetid for en ny bil vil gå op med ca. 1 år fra knap 14 til knap 15 år. Bestandens gennemsnitlige alder vil vokse med knap $\frac{1}{2}$ år.

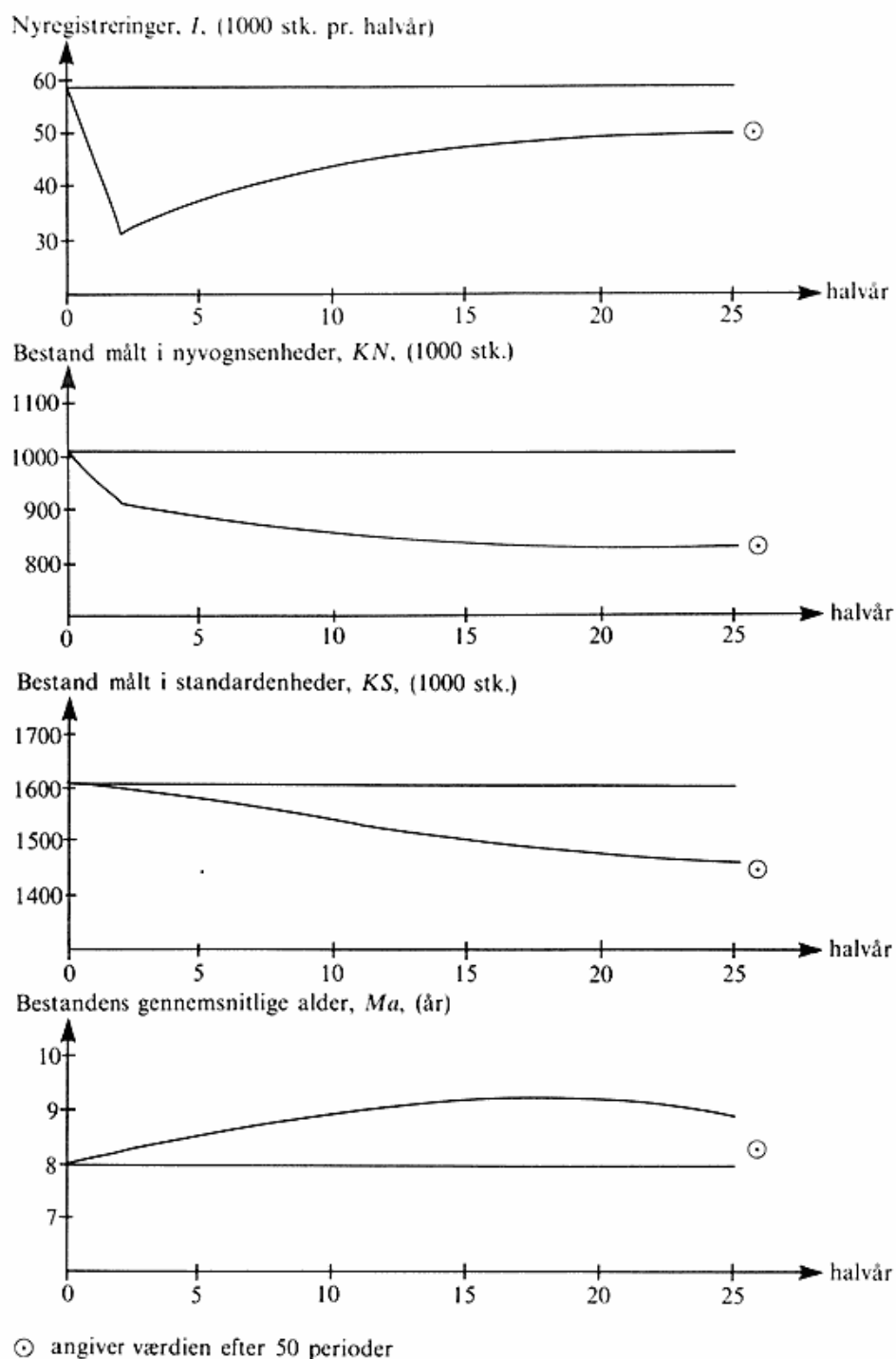
Figur 1 viser bilbestandens tilpasning til den nye ligevægt.

Det fremgår af figuren, at nedgangen i nyregistreringerne det første halve år efter stigningen i bilpriserne skulle være noget mindre end i de efterfølgende halvår. Dette næppe særligt realistiske resultat er en konsekvens af, at den benyttede ligning til bestemmelse af brugtbilpriserne ikke tager højde for, at en stigning i kapitalomkostningerne i forhold til de øvrige omkostninger må antages at medføre en relativ stigning i prisen på brugte biler i forhold til nye biler. Som følge af denne svaghed ved modellen, bliver afskrivningerne og dermed nyregistreringerne for store i det første halvår.

Bortset herfra viser modellen det ventede tilpasningsmønster: en hurtig relativ kraftig negativ reaktion på nyregistreringerne efterfulgt af fornyet opsving, efterhånden som bestanden nærmer sig sin nye ligevægtsværdi. I denne tilpasningsfase øges bestandens gennemsnitlige alder med $1-1\frac{1}{2}$ år for derefter igen at falde. I den nye ligevægt vil bilbestandens gennemsnitsalder være ca. $\frac{1}{2}$ år højere end ved det tidligere prisniveau. Forhøjelsen af gennemsnitsalderen afspejler, at det ved det nye højere prisniveau er blevet relativt billigere at reparere end at udskifte.

3.5. Prognose for væksten i bilbestanden frem til år 2000 under alternative forudsætninger om energiprisudviklingen

Nedenstående modellfremskrivning tjener til at belyse langtidssudviklingen i bilefterspørgselen under de i modellen nedlagte antagelser om forbrugernes reaktionsmønster.



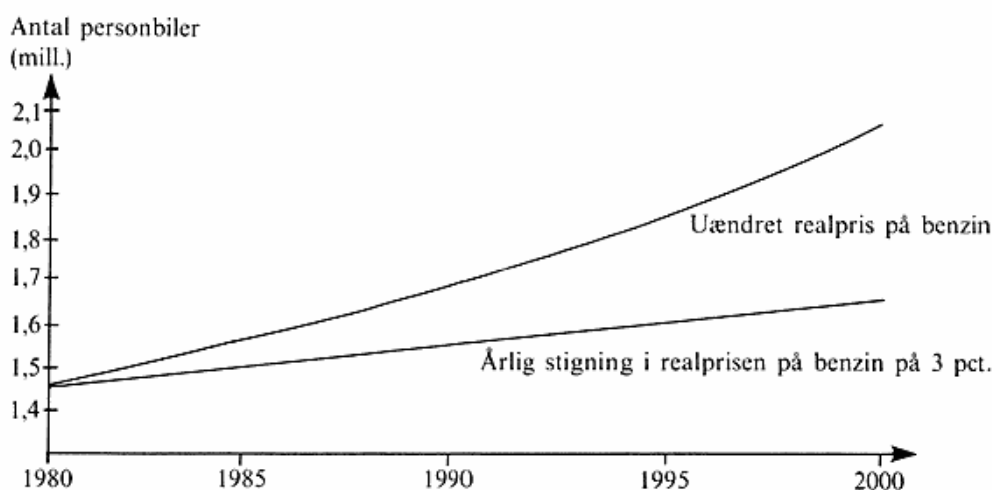
Figur 1: Multiplikatoreffekt af en forhøjelse af bilprisen med 25 pct.

Modelfremskrivningen er således ikke et forsøg på at forudsige de kortsigtede ændringer i bilbestanden gennem 1980'erne og 1990'erne. Noget sådant ville kræve eksplicite forudsætninger m.h.t., hvorledes det økonomiske og politiske system vil reagere på den udtalte ubalance, der præger økonomien ved prognoseperiodens begyndelse.

De væsentligste beregningsforudsætninger er (1) en befolkningstilvækst i overensstemmelse med Danmarks Statistiks seneste prognose,⁶ (2) en årlig stigning i reallønnen i forhold til varepriserne, herunder bilpriserne, på 2 pct., (3) en årlig realstigning i reparationsomkostningerne på 1 pct., (4) en årlig stigning i realpengemængden, realværdi af finansielle nettoaktiver og boligforsyning på 2 pct. pr. indbygger, (5) uændret realpris på boliger, (6) uændret obligationsrente og (7) uændret vægtafgift i forhold til varepriserne.

I grundsimulationen antages prisen på benzin at stige i takt med de øvrige varepriser (uændret realpris). I en alternativ modelsimulation skønnes realprisen på benzin at stige med 3 pct. årligt.

Grundkørselen indicerer en stigning i bilbestanden på ca. 600.000 fra 1.45 mill. enheder ultimo 1980 til 2.05 mill. enheder ultimo år 2000. Det svarer til en gennemsnitlig årlig stigningstakt på 1,8 pct. Biltætheden vil vokse fra 282 biler pr. 1000 indbygger til 389 biler pr. 1000 indbyggere.⁷



Figur 2. Prognose for bilbestanden frem til år 2000 under alternative forudsætninger m.h.t. prisen på energi.

6. Statistiske Efterretninger 1980, nr. A 7.

7. Til sammenligning tjener, at bilbestanden fra 1960 til 1980 voksede med 1,1 mio. enheder svarende til en årlig vækstrate på 7 pct., at biltætheden over denne periode voksede fra 88 biler pr. 1000 indbyggere til 282 biler pr. 1000 indbyggere, og at biltætheden i 1977 i Sverige var 346 biler pr. 1000 indbyggere, i Tyskland 326 og i USA 524.

Ved en årlig stigning i prisen på benzin på 3 pct. i forhold til prisen på andre varer – d.v.s. en realstigning i benzinprisen fra 1980 til 2000 på 81 pct. – og i øvrigt uændrede forudsætninger vil væksten i bilbestanden frem til år 2000 kun blive ca. 200.000 til 1.65 mill. Det er kun en trediedel af væksten under forudsætning af uændret realpris på benzin. Biltætheden vil være 312 biler pr. 1000 indbyggere mod 282 i 1980.

Litteratur

- Danmarks Automobilhandler Forening. *Brugtbilcatalog*. København. Udvalgte år.
- Kærgård, Niels. 1970. Efterspørgselsstrukturen for personbiler i Danmark. *Nationaløkonomisk Tidsskrift*, s. 299-313.
- Kærgård, Niels. 1975. *Efterspørgsel og varighed for varige goder*. Licentiatafhandling. København.
- Rode, Christian, B. O. 1980. *En model for efterspørgselen efter personbiler i Danmark*. Hovedopgave ved det Statsvidenskabelige studium i København.

Ved en årlig stigning i prisen på benzin på 3 pct. i forhold til prisen på andre varer – d.v.s. en realstigning i benzinprisen fra 1980 til 2000 på 81 pct. – og i øvrigt uændrede forudsætninger vil væksten i bilbestanden frem til år 2000 kun blive ca. 200.000 til 1.65 mill. Det er kun en trediedel af væksten under forudsætning af uændret realpris på benzin. Biltætheden vil være 312 biler pr. 1000 indbyggere mod 282 i 1980.

Litteratur

- Danmarks Automobilhandler Forening. *Brugtbilcatalog*. København. Udvalgte år.
- Kærgård, Niels. 1970. Efterspørgselsstrukturen for personbiler i Danmark. *Nationaløkonomisk Tidsskrift*, s. 299-313.
- Kærgård, Niels. 1975. *Efterspørgsel og varighed for varige goder*. Licentiatafhandling. København.
- Rode, Christian, B. O. 1980. *En model for efterspørgselen efter personbiler i Danmark*. Hovedopgave ved det Statsvidenskabelige studium i København.